

Rec'd PCT/PTO 18 AUG 2005

PCT/JP2004/002958

10/346001 08.3.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

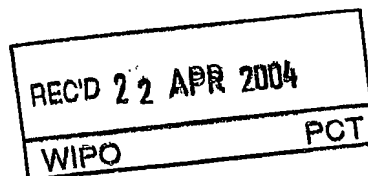
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年12月16日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-417810  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2003-417810]

出願人 松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

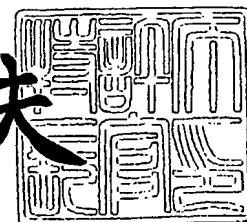


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3029372

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2922440152  
【提出日】 平成15年12月16日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02P 6/08  
【発明者】  
    【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内  
    【氏名】 田中 秀尚  
【発明者】  
    【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内  
    【氏名】 浜岡 孝二  
【発明者】  
    【住所又は居所】 滋賀県草津市野路東二丁目3番1-2号 松下冷機株式会社内  
    【氏名】 大内山 智則  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

永久磁石を有する回転子と三相巻線を有する固定子からなるブラシレスDCモータと、前記三相巻線に電力を供給するインバータと、前記インバータを駆動するドライブ部と、前記ブラシレスDCモータの前記固定子の三相巻線に発生する誘起電圧を基に前記回転子の相対的な回転位置を検出し位置信号を出力する位置検出部と、前記位置検出部からの出力信号を基にデューティ制御を行いながら矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第1波形発生部と、前記ブラシレスDCモータを同期モータとして運転できるようにデューティを一定にして矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第2波形発生部と、前記ブラシレスDCモータが所定回転数以下の低速で回転している時は前記第1波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させ前記ブラシレスDCモータが所定回転数を超える高速で回転している時は前記第2波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させる切替判定部とを有するブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 2】**

前記位置検出部からの出力信号を基に前記ブラシレスDCモータが異常により停止しているか否かを検出する停止検出部と、前記停止検出部が異常停止を検出した場合に前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させる保護停止部とを有する請求項1記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 3】**

前記停止検出部が異常停止を検出して前記保護停止部が前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させた後、再起動を行うように構成した請求項2記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 4】**

前記位置検出部からの出力信号を基に前記ブラシレスDCモータの回転の異常を検出する異常検出部を有する請求項1から3のいずれかに記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 5】**

前記位置検出部の出力信号が、前記インバータの駆動信号切替タイミング前後で規定の範囲外となった場合、前記異常検出部は、前記ブラシレスDCモータの駆動に異常があると検出する請求項4記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 6】**

前記切替判定部は、前記第2波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させている時に、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出すると、前記第1波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動するように前記第2波形発生部から前記第1波形発生部に切り替える請求項4または5記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 7】**

前記切替判定部は、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出して前記第2波形発生部から前記第1波形発生部に切り替えた後、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出しなければ、前記第1波形発生部から前記第2波形発生部に切り替える請求項6記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 8】**

前記第2波形発生部の出力波形の周波数を設定する周波数設定部と、前記前記第2波形発生部の出力波形の周波数が上限周波数を超えないように前記周波数設定部で設定された周波数に制限を加える周波数制限部を有する請求項1から7のいずれかに記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 9】**

前記上限周波数を前記第1波形発生部の出力波形の最大周波数に基づいて設定する上限周波数設定部を有する請求項8記載のブラシレスDCモータの駆動装置。

**【請求項 10】**

前記インバータの出力電流を検出する電流検出部と、前記電流検出部により検出された電流を基に異常の有無を判定する異常判定部と、前記異常判定部が異常と判定した場合に前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させる保護停止部とを有する請求項 1 記載のブラシレス DC モータの駆動装置。

**【請求項 11】**

前記ブラシレス DC モータが、回転子の鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子であり、かつ突極性を有する回転子を有した請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載のブラシレス DC モータの駆動装置。

**【請求項 12】**

前記ブラシレス DC モータが、圧縮機を駆動するものである請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のブラシレス DC モータの駆動装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ブラシレスDCモータの駆動装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、永久磁石を有する回転子と三相巻線を有する固定子からなるブラシレスDCモータを、三相巻線に電力を供給するインバータにより駆動するための装置に関するものであり、特に冷蔵庫やエアコンなどの圧縮機を駆動するのに最適なブラシレスDCモータの駆動装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年の冷蔵庫は350L以上の大型機種が主力となり、それらの冷蔵庫は、高効率で圧縮機の回転数が可変できるインバータ制御冷蔵庫が大半を占めている。これらの冷蔵庫用圧縮機では高効率化のために、永久磁石を有する回転子と三相巻線を有する固定子からなるブラシレスDCモータを一般的には採用している。

【0003】

また、圧縮機の中という高温、高圧、冷媒雰囲気、オイル雰囲気という環境下にブラシレスDCモータを設置するため、ブラシレスDCモータで通常使われるようなホール素子などの位置検出センサは使用できない。そのために一般的にはモータの逆起電圧から回転子の回転位置を検出する方法がよく用いられている。

【0004】

従来の技術は、例えば、特許文献1に示されている。その従来の技術を図面に従って説明する。図11は従来のブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図である。

【0005】

図11において、商用電源101は、日本の場合、周波数50Hzまたは60Hz、電圧100Vの交流電源である。商用電源101の交流電圧を直流電圧に変換する整流回路102は、ブリッジ接続された整流用ダイオード102a~102dと平滑用の電解コンデンサ102e、102fとからなり、図11に示す回路では倍電圧整流回路となり、商用電源101のAC100V入力から直流電圧280Vを得ることができる。

【0006】

インバータ回路103は、6個のスイッチ素子103a、103b、103c、103d、103e、103fを3相ブリッジ構成されている。また、各々のスイッチ素子には各スイッチ素子の逆方向に還流電流用のダイオードが入っているが本図では省略している。

【0007】

ブラシレスDCモータ104は、永久磁石を有する回転子104aと3相巻線を有した固定子104bとからなる。インバータ103により作られた3相交流電流が固定子104bの3相巻線に流れることにより、回転子104aを回転させることができる。回転子104aの回転運動はクランクシャフト（図示せず）により、往復運動に変更され、ピストン（図示せず）がシリンダ（図示せず）内を往復運動することにより、冷媒を圧縮する圧縮機の駆動を行う。

【0008】

逆起電圧検出回路105は、ブラシレスDCモータ104の永久磁石を有する回転子104aが回転することにより発生する逆起電圧から、回転子104aの回転相対位置を検出する。

【0009】

転流回路106は、逆起電圧検出回路105の出力信号によりロジカルな信号変換を行い、インバータ103のスイッチ素子103a、103b、103c、103d、103e、103fを駆動する信号を作り出す。

【0010】

同期駆動回路107は、インバータ103から強制的に所定周波数の出力を出し、プラ

シレスDCモータ104を駆動するものであり、転流回路106で生成されるロジカルな信号と同等形状の信号を強制的に所定周波数で発生させるものである。

【0011】

負荷状態判定回路108は、圧縮機104が運転されている負荷状態を判定するものである。

【0012】

切替回路109は、負荷状態判定回路108の出力により、圧縮機104のブラシレスDCモータを転流回路106で駆動するか、同期駆動回路107で駆動するかを切り替える。

【0013】

ドライブ回路110は、切替回路109からの出力信号により、インバータ103のスイッチ素子103a, 103b, 103c, 103d, 103e, 103fを駆動する。

【0014】

以上の構成において、次に動作の説明を行う。

【0015】

負荷状態判定回路108で検出された負荷が、通常負荷の場合、転流回路106による駆動を行う。

【0016】

逆起電圧検出回路105でブラシレスDCモータ104の回転子104aの相対位置を検出する。次に転流回路106で回転子104aの相対位置からインバータ103を駆動する転流パターンを作り出す。

【0017】

この転流パターンは切替回路109を通して、ドライブ回路110に供給され、インバータ103のスイッチ素子103a, 103b, 103c, 103d, 103e, 103fを駆動する。

【0018】

この動作により、ブラシレスDCモータ104はその回転位置に合致した駆動を行うこととなる。

【0019】

次に、負荷が増加してきたときの動作について説明する。

【0020】

ブラシレスDCモータ104の負荷が増加し、ブラシレスDCモータ104の特性により回転数が低下してくる。この状態を負荷状態判定回路108で高負荷状態であることを判定し、切替回路109の出力を同期駆動回路107からの信号に切り替える。

【0021】

このように駆動することにより高負荷時の回転数低下を抑えようとするものである。

【特許文献1】特開平9-88837号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

しかしながら、従来の構成では、負荷状態判定回路108で検出された負荷が、通常負荷の場合、転流回路106による駆動を行い、高負荷状態になれば、同期駆動回路107による駆動を行うものであった。

【0023】

本発明は、低速におけるモータ効率を高くしながら、高速回転も可能なブラシレスDCモータの駆動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0024】

本発明のブラシレスDCモータの駆動装置は、ブラシレスDCモータの固定子の三相巻線に発生する誘起電圧を基に回転子の相対的な回転位置を検出し位置信号を出力する位置

検出部と、前記位置検出部からの出力信号を基にデューティ制御を行いながら矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第1波形発生部と、前記ブラシレスDCモータを同期モータとして運転できるようにデューティを一定にして矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第2波形発生部と、前記ブラシレスDCモータが所定回転数以下の低速で回転している時は前記第1波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させ前記ブラシレスDCモータが所定回転数を超える高速で回転している時は前記第2波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させる切替判定部とを有する。

#### 【0025】

これにより、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、高速においては安定した高速性を確保でき尚且つ電流波形も正弦波に近づくので実効電流に対するピーク電流を抑えることが出来る。

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

本発明のブラシレスDCモータの駆動装置は、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、高速においては安定した高速性を確保でき尚且つ電流波形も正弦波に近づくので実効電流に対するピーク電流を抑えることが出来る。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0027】

本発明の請求項1に記載の発明は、永久磁石を有する回転子と三相巻線を有する固定子からなるブラシレスDCモータと、前記三相巻線に電力を供給するインバータと、前記インバータを駆動するドライブ部と、前記ブラシレスDCモータの前記固定子の三相巻線に発生する誘起電圧を基に前記回転子の相対的な回転位置を検出し位置信号を出力する位置検出部と、前記位置検出部からの出力信号を基にデューティ制御を行いながら矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第1波形発生部と、前記ブラシレスDCモータを同期モータとして運転できるようにデューティを一定にして矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形を出力する第2波形発生部と、前記ブラシレスDCモータが所定回転数以下の低速で回転している時は前記第1波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させ前記ブラシレスDCモータが所定回転数を超える高速で回転している時は前記第2波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させる切替判定部とを有するものである。

#### 【0028】

これにより、ブラシレスDCモータが所定回転数以下の低速で回転している時は、位置検出部からの出力信号を基にデューティ制御を行いながら矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形でドライブ部を介してインバータを駆動させてブラシレスDCモータを回転させ、ブラシレスDCモータが所定回転数を超える高速で回転している時は、ブラシレスDCモータを同期モータとして運転できるようにデューティを一定にして矩形波または正弦波、或いは、それらに準じる波形でドライブ部を介してインバータを駆動させてブラシレスDCモータを回転させるので、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、高速においては安定した高速性を確保でき尚且つ電流波形も正弦波に近づくので実効電流に対するピーク電流を抑えることが出来る。

#### 【0029】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記位置検出部からの出力信号を基に前記ブラシレスDCモータが異常により停止しているか否かを検出する停止検出部と、前記停止検出部が異常停止を検出した場合に前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させる保護停止部とを有するものであり、第2波形発生部にてデューティを一定として所定周波数のみを変化させる高速駆動を行っている時に、脱調等の異常によりブラシレスモータが停止した場合に、位置検出部からの出力信号を基に停止検出部でブラシレスモータの異常停止を検出でき、ドライブ部によるインバータの駆動を停止させることができる。

**【0030】**

また、請求項3に記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記停止検出部が異常停止を検出して前記保護停止部が前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させた後、再起動を行うように構成したものであり、ブラシレスDCモータの停止を検出した場合は、インバータ回路を保護停止部によりインバータ回路の出力を一旦停止するため、再起動を行うことが出来る。また再起動を行う際、固定子の巻線温度を低下させたい場合や、圧縮機の駆動では、冷却システムの高圧・低圧の圧力をバランスさせたい場合は、任意の起動待ち時間を設けることで、再起動時の安定した起動性を実現することが出来る。

**【0031】**

また、請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の発明において、前記位置検出部からの出力信号を基に前記ブラシレスDCモータの回転の異常を検出する異常検出部を有するものであり、ブラシレスDCモータの駆動に異常がないかを検出する異常検出部を有しているので、第2波形発生部によりデューティを一定として所定周波数のみを変化させる高速駆動を行っている場合もブラシレスDCモータの駆動状態に異常が無いかを検出する事が出来る。

**【0032】**

また、請求項5に記載の発明は、請求項4記載の発明において、前記位置検出部の出力信号が、前記インバータの駆動信号切替タイミング前後で規定の範囲外となった場合、前記異常検出部は、前記ブラシレスDCモータの駆動に異常があると検出するものであり、モータロック等による異常停止検出が可能となることは勿論、ブラシレスDCモータの速度に対する印加電圧が過剰であり、モータ誘起電圧に対して電流位相が遅れた状態や、速度に対する負荷が大きすぎ誘起電圧に対して電流位相が進みすぎた状態を検出する事が出来る。

**【0033】**

また、請求項6に記載の発明は、請求項4または5記載の発明において、前記切替判定部は、前記第2波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動させている時に、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出すると、前記第1波形発生部の出力で前記ドライブ部を介して前記インバータを駆動するように前記第2波形発生部から前記第1波形発生部に切り替えるものであり、異常検出部により異常を検知した場合、切替判定部は第1波形発生部を選択し位置検出部の信号を基にブラシレスDCモータを駆動するため、停止しているか、または異常状態で駆動しているかを検出することができる。従って、異常状態で駆動を続けている場合は、異常状態のさらなる悪化によりブラシレスDCモータが停止に至ることを未然に防ぐことが出来る。

**【0034】**

また、請求項7に記載の発明は、請求項6記載の発明において、前記切替判定部は、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出して前記第2波形発生部から前記第1波形発生部に切り替えた後、前記異常検出部が前記ブラシレスDCモータの駆動の異常を検出しなければ、前記第1波形発生部から前記第2波形発生部に切り替えるものであり、第2波形発生部による駆動で異常状態が検出され、第1波形発生部での駆動に切り替えた時、DCブラシレスモータが駆動中であることを確認したとき、再度第2波形発生部での駆動に切り替えるため、ブラシレスDCモータを再度高速で駆動する事が出来る。

**【0035】**

また、請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の発明において、前記第2波形発生部の出力波形の周波数を設定する周波数設定部と、前記前記第2波形発生部の出力波形の周波数が上限周波数を超えないように前記周波数設定部で設定された周波数に制限を加える周波数制限部を有するものであり、第2波形発生部による駆動で異常状態となり、第1波形発生部での駆動に切り替え、そのときDCブラシレスモータが駆動している事を確認後、第2波形発生部での駆動に再度切り替える時、上限周波数を前回より低く設定することで、安定した高速運転が可能となる。このように、上限周波数を設ける



ことにより、出せる能力以上の回転は行わないようにできるので、脱調などによって、予期せず停止してしまうことを防止できる。

**【0036】**

また、請求項9に記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記上限周波数を前記第1波形発生部の出力波形の最大周波数に基づいて設定する上限周波数設定部を有するものであり、異常状態検出時を含む、第1波形発生部による駆動から第2波形発生部による駆動を切り替える際、運転状況に応じた最大周波数を設定することができ、より安定した最大限の高速運転が可能となる。

**【0037】**

また、請求項10に記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記インバータの出力電流を検出する電流検出部と、前記電流検出部により検出された電流を基に異常の有無を判定する異常判定部と、前記異常判定部が異常と判定した場合に前記ドライブ部による前記インバータの駆動を停止させる保護停止部とを有するものであり、第1波形発生部での駆動時でも第2波形発生部での駆動時でも、ブラシレスDCモータがロック等による異常停止の状態が発生した場合、すぐにインバータ回路の出力を停止する事が出来るのでブラシレスDCモータのロック状態による固定子巻線の焼損等のブラシレスDCモータの故障を防止する事ができる。また第2波形発生部での駆動時では、ブラシレスDCモータの速度に対して印加電圧が大きいと、電流位相が、誘起電圧位相より遅れる、遅れ制御の状態や、速度に対して負荷が大きすぎ、電流位相が誘起電圧位相より大きく進んだ状態の進みすぎ制御となっている場合、切替判定部で一旦、第1波形発生部を選択して駆動し、再度第2波形発生部を選択し駆動する際、上限周波数設定部にて、上限周波数を前記第1波形発生部により出力する最大周波数をもとに決定し、さらに周波数制限部により上限周波数以上の周波数の出力を禁止することで、運転状況に応じた最大周波数を設定する為、ブラシレスDCモータが出せる能力以上の駆動を禁止できるので、安定した最大限の高速運転が可能となる。

**【0038】**

また、請求項11に記載の発明は、請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の発明において、前記ブラシレスDCモータが、回転子の鉄心に永久磁石を埋め込んでなる回転子であり、かつ突極性を有する回転子を有したものであり、永久磁石のマグネットトルクの他に突極性によるリラクタンストルクを使うことにより、低速時の効率アップは当然のこと、高速時の高速性もさらに得られることになる。永久磁石にネオジなどの希土類磁石を採用してマグネットトルクの割合を多くしたり、インダクタンス  $L_d$ 、 $L_q$  の差を大きくしてリラクタンストルクの割合を多くしたりすると、最適な通電角を変えることにより効率をベストにあわせることができる。

**【0039】**

また、請求項12に記載の発明は、請求項1から請求項11のいずれか一項に記載の発明において、前記ブラシレスDCモータが、圧縮機を駆動するものであり、圧縮機において高効率・低騒音を実現できる。特に巻線の巻込み量を増やしたトルクダウンした（即ち最高回転数を落とした）モータが利用できるので、低回転数時のデューティが従来の方法より大きくできるので、モータの騒音、特にキャリア音（PWM制御の周波数に相当、例えば3kHz）の低減が可能である。

**【0040】**

以下、本発明による冷蔵庫の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

**【0041】**

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1によるブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図である。

**【0042】**

図1において、商用電源1は、日本の場合、周波数50Hzまたは60Hz、電圧100Vの交流電源である。

**【0043】**

商用電源 1 の交流電圧を直流電圧に変換する整流回路 2 は、ブリッジ接続された整流用ダイオード 2 a ~ 2 d と平滑用の電解コンデンサ 2 e, 2 f とからなり、図 1 に示す回路では倍電圧整流回路となり、商用電源 1 の AC 100 V 入力から直流電圧 280 V を得ることができる。ここでは倍電圧整流としたが、全波整流や直流電圧可変式のチョッパ回路や倍電圧整流／全波整流の切替方式でもよい。

**【0044】**

インバータ回路 3 は、6 個のスイッチ素子 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e, 3 f を 3 相ブリッジ構成されている。また、各々のスイッチ素子には各スイッチ素子の逆方向に還流電流用のダイオード 3 g, 3 h, 3 i, 3 j, 3 k, 3 l が接続されている。

**【0045】**

ブラシレス DC モータ 4 は、永久磁石を有する回転子 4 a と 3 相巻線を有した固定子 4 b とからなる。インバータ 3 により作られた 3 相交流電流が固定子 4 b の 3 相巻線に流れることにより、回転子 4 a を回転させることができる。回転子 4 a の回転運動はクランクシャフト（図示せず）により、往復運動に変更され、ピストン（図示せず）がシリンダ（図示せず）内を往復運動することにより、冷媒を圧縮する圧縮機の駆動を行う。

**【0046】**

位置検知回路 5 は、ブラシレス DC モータ 4 の U 相、V 相、W 相の midpoint 電圧がインバータ回路 4 の U 相、V 相、W 相の出力端子電圧より高いか低いかを検出して、Hi または Lo 信号を出力する。

**【0047】**

なお、本実施の形態は、ブラシレス DC モータの midpoint 電圧とインバータ回路 4 の出力端子電圧とを比較する構成であるが、インバータ回路 4 の出力端子電圧が入力電圧の  $1/2$  より高いか低いかを比較しても構わない。

**【0048】**

位置検知部 6 は、位置検知回路 5 の出力信号の立ち上がり及び立ち下がりエッジを検出することで位置検知信号を出力する。この位置検知信号は、位置検知回路 5 と位置検知部 6 とにより、ブラシレス DC モータ 4 の回転子 4 a が回転することにより、固定子 4 b の 3 相巻線に発生する誘起電圧を検出し、回転子 4 a の相対的な回転位置を検出することになる。

**【0049】**

本実施の形態では、位置検知回路 5 の出力信号の立ち上がりおよび、立ち下がりエッジを検出することで、ブラシレス DC モータ 4 の誘起電圧の 0 クロスポイントを検出している。

**【0050】**

第 1 波形発生部 7 は、位置検知部 6 の位置検知信号をもとにインバータ 3 のスイッチ素子 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e, 3 f を駆動する信号を作り出す。この駆動する信号は矩形波通電を基本として行っており、通電角が 120 度以上 150 度以下の矩形波を作り出している。また、ここでは通電角が 150 度を超える矩形波であっても、また矩形波以外でもそれに準じる波形として立ち上がり／立ち下がりに若干の傾斜を持たせた台形波でも、或いは正弦波であってもよい。

**【0051】**

また、第 1 波形発生部 7 ではさらに回転数を一定に保つために PWM 制御のデューティの制御も行っている。回転位置に従って、最適なデューティで運転させることができるため最も効率的な運転が可能となる。

**【0052】**

回転数検出部 8 は、位置検知部 6 の出力信号からブラシレス DC モータ 4 の回転数を検出する。この回転数の検出は位置検知部 6 の出力信号を一定時間カウントすることや、周期測定などによって実現可能である。

**【0053】**

周波数設定部 9、出力のデューティを一定として、出力する周波数のみを変化させていく。周波数制限部 10 は、周波数設定部 9 からの周波数が上限周波数を超える事のないように制限している。

#### 【0054】

第2波形発生部 11 は、周波数設定部 9 の出力信号をもとにインバータ 3 のスイッチ素子 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e, 3 f を駆動する信号を作り出す。この駆動する信号は通電角が 130 度以上 180 度未満の矩形波を作り出している。また、ここでは通電角が 130 度未満の矩形波であっても、矩形波以外でも正弦波や歪波などのそれに準じる波形であってもよい。またここでは最大デューティで運転しており、90～100%の一定のデューティで運転している。

#### 【0055】

切替判定部 12 は、回転数検出部 8 で検出された回転数により低速/高速を判断し、インバータ 3 を動作させる波形を第1波形発生部 7 か第2波形発生部 11 かを切り替えるものである。具体的には回転数が低速の場合、第1波形発生部 7 からの信号を選択し、回転数が高速の場合、第2波形発生部 11 からの信号を選択してインバータ 3 を動作させる。

#### 【0056】

ここで回転数が低速か高速かの判定は回転数検出部 8 からの実際の回転数としたが、設定回転数やデューティで判断してもよい。デューティは最大デューティ（一般的には 100%）で位置検知による回転数が最大となるため、この条件で信号を切り替えることも可能である。

#### 【0057】

ドライブ部 13 は、切替判定部 12 からの出力信号により、インバータ 3 のスイッチ素子 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e, 3 f を駆動する。この駆動によりインバータ 3 から最適な交流出力がブラシレス DC モータ 4 に印加することができるので回転子 4 a を回転させることができる。

#### 【0058】

上限周波数設定部 14 は、第1波形発生部 7 から駆動されているときの最大回転数（デューティ 100% のとき）をもとに上限周波数を設定する。本実施の形態では上限回転数を最大回転数の 1.5 倍に設定するものとする。たとえば最大回転数が 50 r/s であった場合、上限周波数は 75 r/s とする。この上限周波数設定部 14 で設定された上限周波数は周波数制限部 10 の周波数の制限に利用する。

#### 【0059】

またこの上限周波数の設定は次のように行う。周波数設定部 9 と第2波形発生部 11 による駆動を行っているときはブラシレス DC モータ 4 は同期モータとして運転しており、通常の位置検知による状態よりも電流位相が進み、いわゆる弱め磁束制御のような形で高速回転が出来るものである。しかしこの進角が大きくなり過ぎるとモータは同期運転を外れて脱調してしまう。この脱調を起こす回転数より上限周波数が低くなるようにあらかじめ設定しておく。

#### 【0060】

停止検出部 15 は、位置検出部 6 からの出力信号によりブラシレス DC モータ 4 が停止状態にあるかまたは正常な状態で駆動しているかを検出できる。またモータが停止状態にあるかどうかは、位置検出部 6 からの信号が出力されない、或いは極端に短い周期で入力される等で検出可能である。

#### 【0061】

保護停止部 16 は、停止検出部 14 によりブラシレス DC モータ 4 が異常により停止している事を出検した場合、ドライブ部 13 へ停止指令を送り、インバータ 3 の出力を停止するものである。

#### 【0062】

異常検出部 17 は、位置検出部 6 からの出力信号（位置信号）のタイミングの異常を検出するものであり、位置信号タイミングに異常が認められた場合、切替判定部 12 により

第1波形発生部7によるモータ駆動に切り換える。

【0063】

マイクロコンピュータ18は以上の機能を実現するためのものである。これらの機能はマイクロコンピュータ18のプログラムによって実現可能である。

【0064】

次に図1における動作について、図1～図8を用いて説明する。

【0065】

まず、低速時の動作について説明する。図2は本発明の実施の形態1における低速時のインバータ駆動のタイミング図である。

【0066】

ブラシレスDCモータ4の回転数が低い場合、位置検知部6の出力により動作する第1波形発生部7からの信号により駆動され、図2に示すような動作となる。

【0067】

図2において、Uはスイッチ素子3aの駆動信号、Vはスイッチ素子3cの駆動信号、Wはスイッチ素子3eの駆動信号、Xはスイッチ素子3bの駆動信号、Yはスイッチ素子3dの駆動信号、Zはスイッチ素子3fの駆動信号であり、I<sub>u</sub>、I<sub>v</sub>、I<sub>w</sub>は、固定子4bの各巻線のU相、V相、W相の電流を示す。

【0068】

位置検知部6の信号に従って、120度ずつの区間で順次転流を行っている。また上アームの駆動信号U、V、WにはPWM制御によるデューティ制御を行っている。このとき、電流波形は図2に示すようにのこぎり波状の波形となる。

【0069】

この時は、位置検知部6の出力により最適なタイミングで転流を行っているので最も効率よくブラシレスDCモータが駆動できることとなる。

【0070】

次に、最適な通電角について図3を用いて説明する。図3は本発明の実施の形態1における低速時の通電角と効率との関係を示す特性図である。図3は、実線がモータ効率、破線が回路効率、一点鎖線が総合効率（モータ効率×回路効率）を示す。

【0071】

図3に示すように、通電角を120度より大きくすると、モータ効率は向上する。これは通電角が広がることにより、モータ電流の実効値が下がり（即ち力率が上がり）、モータの銅損が減少しモータ効率が上がることによるものである。

【0072】

しかしながら、回路ではスイッチング回数が増加し、スイッチングロスが増加することにより、回路効率は低下する。したがって、最も総合効率のよい点が現れる。本実施の形態においては、130度が最も効率の高くなるポイントであるということがいえる。

【0073】

次に、高速時の動作について説明する。図4は本発明の実施の形態1における高速時のインバータ駆動のタイミング図である。

【0074】

ブラシレスDCモータ4の回転数が高い場合、周波数設定部9の出力により動作する第2波形発生部11からの信号により駆動され、図4に示すような動作となる。図4における記号は図2と同一であるため、記号の説明は省略する。

【0075】

各駆動信号は周波数設定部9の出力にしたがって、所定周波数を出力するように転流を行うが、このとき導電角は130度以上180度未満が望ましい。これは図4では導電角が150度で示しているが、導電角を上げることによって各相の電流波形は擬似的に正弦波に近いものとなる。

【0076】

デューティを一定として周波数を上げていくことにより、従来に比べ大幅に回転数を上

げることができる。この回転数が上がった状態ではブラシレスDCモータ4は同期モータとして運転しており、周波数が上がるに従い、電流も大きくなる。ここで、導電角を130度以上180度未満にすることにより、ピーク電流値が小さくすることができ、より高い電流まで過電流保護がかからずに動作させることができる。

【0077】

次に、実際の切替動作について説明する。図5は本発明の実施の形態1における回転数とデューティとの関係を示す特性図である。

【0078】

図5において、回転数50 r/s以下の場合には第1波形発生部7により駆動される。デューティは回転数により自動的にフィードバック制御により最も効率のよくなるポイントに調整される。

【0079】

50 r/sにおいて、デューティ100%となり、第1波形発生部7による駆動はそれ以上回転させることのできない限界に到達する。この状態において上限周波数設定部14ではこの50 r/sをベースにその1.5倍の75 r/sを上限周波数として設定する。

【0080】

周波数設定部9からの出力信号が75 r/sを超えると周波数制限部10がこの上限周波数75 r/sにしたがって、これ以上の周波数を出すのを防止する。50 r/sから75 r/sの間では、デューティはそのまま回転数のみを上げている。

【0081】

次に停止検出部15および保護停止部16、異常検出部17の動作について説明する。図6は、本発明の実施の形態1における低速時のインバータ駆動信号と出力信号、位置検知回路出力信号及び、位置検知のタイミング図であり、位置検知部6の信号に従って150°づつの区間で順次転流を行っている。

【0082】

U, V, W, X, Y, Zの記号の説明は図2と同一であるため説明は省略する。Vu, Vv, Vwはインバータ回路3のU相、V相、W相の出力端子の電圧波形であり、Pu, Pv, Pwは位置検知回路5の出力信号であり、PDは位置検知部6がブラシレスDCモータの誘起電圧のゼロクロスポイントを検出したタイミングを示す。

【0083】

本図は、位置検知部6の信号に従って150°で転流しているため、位置検出タイミングPDは、インバータ回路の出力端子電圧が1/2となるタイミングと一致し、U, V, W, X, Y, Zのオンタイミングとはほぼ一致する。

【0084】

図7は本発明の実施の形態1における高速時のインバータ駆動信号と出力信号、位置検知回路出力信号及び、位置検知のタイミング図で、ブラシレスDCモータ4が同期駆動を行っている状態である。記号の説明は図6と同一であるため省略する。

【0085】

ブラシレスDCモータ4が同期駆動を行っている状態では、インバータ回路の出力端子の電圧波形において、誘起電圧が現れている区間が出力端子電圧の1/2に到達しないため、誘起電圧0クロスポイントの検出は不可能であるが、位置検知信号PDはU, V, W, X, Y, Zのオンタイミングとはほぼ同時に発生する。

【0086】

図8は本発明の実施の形態1における異常停止時のインバータの駆動信号と出力端子波形、位置検知回路出力信号波形、電流波形、位置検知のタイミングを表した図で、駆動信号と出力端子波形及び、電流波形はV相のみを取り出している。記号の説明は図1、図2及び図6と同一のため省略する。

【0087】

図8において、モータのロック状態では誘起電圧が発生しないため固定子巻き線のインダクタンスの影響により印加電圧に対し電流位相に遅れ(90°)が発生する。このとき

還流電流用ダイオード 3 i および 3 j が通電状態になり、固定子巻線に蓄積されたエネルギーを放出する。

#### 【0088】

また、還流電流用ダイオードの動作により、位置検知タイミング PD はスイッチ素子がオフになるタイミングと同時、即ちスイッチ素子がオンになるタイミングの前後  $30^\circ$  の位置で発生する。

#### 【0089】

このように、ブラシレス DC モータが正常に駆動している場合と、ロック等により停止した状態とで、位置検知タイミングが異なることから、異常検出部 17 は位置検知部 6 が位置検知を行ったタイミングがスイッチ素子をオンした時点から何度の位置であるかを検出する事で、ブラシレス DC モータが正常に駆動しているか（たとえば位置検知タイミングがスイッチ素子のオンから  $45^\circ \sim 60^\circ$  或いは  $0^\circ \sim 15^\circ$  の範囲にある場合）、異常状態にあるか（たとえばオンから  $15^\circ \sim 45^\circ$  の範囲にある場合）を検出することが出来る。

#### 【0090】

ここで、先ほど説明した停止状態の他に、周波数設定部 9 と第 2 波形発生部による駆動中に負荷が低減し、ブラシレス DC モータに印加する電圧が回転速度に対して過剰となり、モータ誘起電圧に対して電流位相が遅れた状態である、遅れ制御の場合や、速度に対し負荷が非常に大きく、ブラシレス DC モータ 4 の出せる能力の限界速度に近づき、誘起電圧にたいする電流の進角が大きくなりすぎ脱調が発生する前の電流波形が安定しない状態でも位置検知タイミングは異常状態の範囲となる。

#### 【0091】

そこで、位置検知タイミングが正常状態では、切替判定部 12 により第 2 波形発生部を選択し駆動を続け、また異常状態にある場合は第 1 波形発生部 7 を選択し、位置検知部 6 の信号に従って転流を行う。この時、ブラシレス DC モータが停止状態にある場合は、位置検知信号が入力されない或いは、PWM 周波数に同期した高い回転数（たとえば PWM 周波数 3 kHz、モータ極対数 3 極では  $167 \text{ r/s}$  あるいは  $83 \text{ r/s}$ ）となる、或いは速度に対して、PWM デューティが極端に短い（たとえば速度  $55.6 \text{ r/s}$  でデューティが 5% 以下）といった、正常駆動では起こり得ない状態が発生する。

#### 【0092】

この異常状態を停止検出部 15 はモータが停止中であると検出し、保護停止部 16 で、ドライブ部 13 にインバータ回路 3 に停止信号を出力させることで、ブラシレス DC モータを停止する。

#### 【0093】

また、第 1 波形発生部での駆動に戻ったとき、停止検出部でブラシレス DC モータが正常に駆動していることが確認出来た時は、第 2 波形発生部による駆動時、ブラシレス DC モータ 4 に印加する電圧が回転速度に対して過剰で、モータ誘起電圧に対して電流位相が遅れた遅れ制御状態や、速度に対し負荷が非常に大きくブラシレス DC モータ 4 の出せる能力の限界速度に近づき、誘起電圧に対する電流の進角が大きくなりすぎている状態である。

#### 【0094】

この場合、再度切替判定部 12 により第 2 波形発生部 11 を選択し、DC ブラシレスモータ 4 を同期運転により駆動する。またこの時、第 1 波形発生部での駆動による最高速度を基に、上限周波数設定部 14 により上限周波数を再設定する。

#### 【0095】

このように位置検知タイミングが異常な範囲に入ったとき、一旦第 1 波形発生部 7 による駆動に戻し、再度第 2 波形発生部 11 による駆動とすることで、第 2 波形発生部 11 に移る速度の補正と、第 2 波形発生部による駆動時の上限周波数を再設定出来ることになり、負荷に応じた最適な運転が可能となる。

#### 【0096】

また、駆動方法がシンプルに構成する場合は、停止検出部 16 で、位置検知部 6 が位置検知を行ったタイミングを監視し、異常範囲に入った場合、保護停止部 16 でドライブ部 13 に停止信号を送り、インバータ 3 を停止し、その後再起動を行う構成としても構わない。

#### 【0097】

また今回の実施の形態ではスイッチ素子がオンするタイミングを基準としているか、スイッチ素子がオフするタイミングを基準として、スイッチ素子がオフするタイミングから位置検知タイミングが  $0^{\circ}$  から  $15^{\circ}$  および  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$  の範囲では停止状態、 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$  の範囲では正常駆動状態であると判断しても構わない。

#### 【0098】

本技術は、ブラシレス DC モータ 4 を同期モータとして駆動する場合、ブラシレス DC モータ 4 が正常に駆動しているか、或いは停止しているか、或いは駆動状態にあるが速度に対して印加電圧が大きすぎることによる遅れ制御または進角が非常に大きくなった場合の、進みすぎ制御中であるかを検出するための非常に重要な技術である。

#### 【0099】

次に、ブラシレス DC モータ 4 の構造について説明を行う。図 9 は、本発明の実施の形態 1 によるブラシレス DC モータの回転子の構造図である。

#### 【0100】

回転子コア 19 は、 $0.35\text{ mm}$  から  $0.5\text{ mm}$  程度の薄い珪素鋼板を打ち抜いたものを、積み重ねたものである。4 枚のマグネット 20a, 20b, 20c, 20d は、逆円弧状に回転子コア 19 に埋め込まれている。このマグネットは通常フェライト系がよく用いられるが、ネオジなどの希土類の磁石が使われる場合は平板構造のものが使われることもある。

#### 【0101】

このような構造の回転子において、回転子中央からマグネットの中央に向かう軸を d 軸、回転子中央からマグネットの間に向かう軸を q 軸とすると、それぞれの軸方向のインダクタンス  $L_d$ 、 $L_q$  は逆突極性を有し、異なるものとなる。

#### 【0102】

つまりこれは、モータとしては、マグネットの磁束によるトルク（マグネットトルク）以外に、逆突極性を利用したトルク（リラクタンストルク）を有効に使えることとなる。したがってモータとしてよりトルクが有効的に利用できることとなる。この結果、モータとしては高効率なモータとなる。

#### 【0103】

また、本実施の形態の制御を使用すると周波数設定部 9 と第 2 波形発生部 11 による駆動を行っているとき、電流は進み位相で運転するので、このリラクタンストルクが大きく利用されるようになるので、逆突極性がないモータに比べてより高回転数まで運転することができる。

#### 【0104】

以上のように本実施の形態によるブラシレス DC モータの駆動装置は、永久磁石を有する回転子 4a と三相巻線を有する固定子 4b からなるブラシレス DC モータ 4 と、前記三相巻線に電力を供給するインバータ 3 と、矩形波または正弦波、或いはそれに準じる波形を出力する第 1 波形発生部 6 と、デューティを一定として所定周波数のみを変化させる周波数設定部 9 と、矩形波または正弦波、或いはそれに準じる波形を前記周波数設定部 9 で決められた所定周波数で出力する第 2 波形発生部 11 と、低速では前記第 1 波形発生部 7 の出力を、高速では前記第 2 波形発生部 11 の出力をそれぞれ選択する切替判定部 12 と、ブラシレス DC モータ 4 が正常に駆動しているか、異常発生により停止しているかを検出する停止検出部 15 と、前記停止検出部 15 において前記ブラシレス DC モータ 4 が停止している事を検出した場合、前記ブラシレス DC モータを保護停止する保護停止部 16 とを有しているので、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、高速においては安定した高速性を確保でき、且つ電流波形も正弦波に近づくので実効電流に対す

るピーク電流を抑えることが出来、デューティを一定として所定周波数のみを変化させる高速駆動を行っている場合、前期ブラシレスモータ4が異常により停止した事を検出する事が出来る。

**【0105】**

また、ブラシレスDCモータ4の停止を検出した場合は、インバータ回路3を保護停止部16によりインバータ回路の出力を一旦停止するため、再起動を行うことが出来る。また再起動を行う際、モータ巻線の温度を低下させたい場合や、圧縮機の駆動では、冷却システムの高圧・低圧の圧力をバランスさせたい場合等は、任意の起動待ち時間を設け、起動待ち終了後起動することで、再起動時の安定した起動を実現することも出来る。

**【0106】**

また、回転子4aの回転位置を検出する位置検出部6を有し、低速においては位置検出部6の位置検出によりインバータ3を駆動することにより、回転子4aの回転位置タイミングが最適になり、低速での効率をより上げることが出来る。

**【0107】**

また、ブラシレスDCモータの駆動に異常がないかを検出する異常検出部17を有しているので、デューティを一定として所定周波数のみを変化させる高速駆動を行っている場合もブラシレスDCモータの駆動状態に異常が無いかを検出する事が出来る。

**【0108】**

また、ブラシレスDCモータの駆動状態の異常検出には、位置検出部6の出力信号から検出するため、新たな回路を付加する必要が無く、低コストな駆動駆動装置を提供する事ができる。

**【0109】**

また、位置検出部6の出力信号がインバータ3の駆動信号の切替タイミング前後で規定の範囲を外れた時、異常検出部17は、ブラシレスDCモータ4の駆動状態に異常があると検出するため、モータロック等による異常停止検出が可能となることは勿論、ブラシレスDCモータ4の速度に対する印加電圧が過剰であり、モータ誘起電圧に対して電流位相が遅れた状態や、速度に対する負荷が大きすぎ誘起電圧に対して電流位相が進みすぎた状態を検出する事が出来る。

**【0110】**

また、異常検出部17により異常を検知した場合、切替判定部12は第1波形発生部7を選択し位置検出部6の信号を基にブラシレスDCモータ4を駆動するため、停止しているか、または異常状態で駆動しているかを確認することができる。従って、異常状態で駆動を続けている場合は、異常状態のさらなる悪化によりブラシレスDCモータ4が停止に至ることを未然に防ぐことが出来る。

**【0111】**

また、周波数設定部9と第2波形発生部11による駆動で異常状態が検出され、第1波形発生部7での駆動に切り替えた時、DCブラシレスモータ4が駆動中であると確認できたとき、再度周波数設定部9と第2波形発生部11での駆動に切り替える様に構成したので、ブラシレスDCモータ4を再度高速で駆動する事ができる。

**【0112】**

また、前記所定周波数の上限周波数を設定しその上限周波数以上の周波数の出力を禁止する周波数制限部10を有し、上限周波数を設けることにより、周波数設定部9と第2波形発生部11による駆動で異常状態となり、第1波形発生部7での駆動に切り替え、そのときDCブラシレスモータ4が駆動している事を確認した後、周波数設定部と第2波形発生部11での駆動に再度切り替える時、上限周波数を前回より低く設定することで、安定した高速運転が可能となる。

**【0113】**

このように、上限周波数を設けることにより、出せる能力以上の回転は行わないようにできるので、脱調などによって、冷蔵庫などの冷却システムの冷却が予期せず停止してしまい冷えなくなることを防止できる。



## 【0114】

また、上限周波数を前記第1波形発生部7により出力する最大周波数により設定する上限周波数設定部14を有し、異常状態検出時を含む、第1波形発生部による駆動から周波数設定部9と第2波形発生部11とによる駆動に切り替える際、運転状況に応じた最大周波数を設定することができ、より安定した最大限の高速運転が可能となる。

## 【0115】

また、ブラシレスDCモータ4が、回転子4aの鉄心に永久磁石20a~20dを埋め込んでなる回転子4aであり、かつ突極性を有する回転子4aを有したものであり、永久磁石のマグネットトルクの他に突極性によるリラクタンストルクを使うことにより、低速時の効率アップは当然のこと、高速時の高速性もさらに得られることになる。

## 【0116】

永久磁石にネオジなどの希土類磁石を採用してマグネットトルクの割合を多くしたり、インダクタンス $L_d$ 、 $L_q$ の差を大きくしてリラクタンストルクの割合を多くしたりすると、最適な通電角を変えることにより効率をベストにあわせることができる。

## 【0117】

また、ブラシレスDCモータ4が圧縮機を駆動するものであり、圧縮機において高効率・低騒音を実現できる極めて重要な用途のひとつである。特に巻線の巻込み量を増やしたトルクダウンした（即ち最高回転数を落とした）モータが利用できるので、低回転数時のデューティが従来の方法より大きくできるので、モータの騒音、特にキャリア音（PWM制御の周波数に相当、例えば3kHz）が低減できる。

## 【0118】

また上限周波数を設定するため、出せる能力以上の回転は禁止され、脱調などによって停止してしまうことを未然に防ぐことができる。また、万が一、脱調等により異常停止してしまった場合でも、異常停止を検出出来るため、冷却システムの冷却が予期せず停止してしまった場合でも、再起動出来る。また冷蔵庫の圧縮機駆動を行っている場合は、圧縮機停止による冷蔵庫の庫内温度上昇を回避することができる。

## 【0119】

（実施の形態2）

次に本発明による実施の形態2について図10を用いて説明する。図10は本発明の実施の形態2によるブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図である。

## 【0120】

図10において、図1で説明したものと同一構成のものは、同一符号を付与して詳しい説明は省略する。

## 【0121】

整流回路2とインバータ3との間にシャント抵抗21が設けられる。電流検出部22はシャント抵抗21の両端電圧からシャント抵抗21を流れる電流を検出する。この電流検出部22は、電流のピーク値を検出するものでも、積分回路等を有して電流の実効値を検出するものであっても構わない。

## 【0122】

異常判定部23は、電流検出部により得た電流値からブラシレスDCモータが正常に駆動しているか、またはモータロック等の異常停止中か、または速度に対して印加電圧が大きすぎモータ誘起電圧に対し、電流位相が遅れている場合の遅れ制御状態にあるか、または速度に対して負荷が大きすぎる、誘起電圧に対する電流位相が大きく進みモータの限界速度近くでの駆動状態である進みすぎ制御状態にあるかを判断する。

## 【0123】

以上のように構成されたブラシレスDCモータの駆動装置について、次にその動作について説明する。

## 【0124】

シャント抵抗21を電流が流れることにより、シャント抵抗21の両端には電圧が発生する。この電圧を電流検出部22に入力して、電流を検出する。

## 【0125】

次に、異常判定部23は、電流検出部22により検出した電流値が例えば既定値の2A以下であれば、ブラシレスDCモータ4が正常に駆動していると判断し、切替判定部12にて現在選択されている波形発生部（第1波形発生部または第2波形発生部）で駆動を続ける。

## 【0126】

また、例えば既定値の3A以上の場合はブラシレスDCモータ4がロック等による異常で停止中にあると判断し、保護停止部16によりインバータ回路3を停止する信号をドライブ部13に送り、インバータ回路3の出力を停止することでブラシレスDCモータ4を停止する。

## 【0127】

さらに、第2波形発生部での駆動状態で、電流検出部22により検出した電流値が、2Aを越え3A未満であると検出した場合及び、検出した電流値が安定しない（例えば1A以上1.5A以下の範囲で変動する）といった場合は、速度に対し印加電圧が大きすぎるため遅れ制御となっているか、速度に対して負荷が大きすぎる為、進みすぎ制御となっていると判断し、切替判定部12により第1波形発生部7を選択し、一旦位置検知部6による位置検知信号を基にした駆動に切り替える。第1波形発生部7による駆動に切り替わった後、再び切替判定部12により第2波形発生部11での駆動に切り替えるが、その時、上限周波数設定部14にて、上限周波数を前記第1波形発生部7により出力する最大周波数をもとに決定し、さらに周波数制限部9により上限周波数以上の周波数の出力を禁止することで、運転状況に応じた最大周波数を設定することができ、安定した最大限の高速運転が可能となる。

## 【0128】

また、電流検出部22の電流検出開始タイミングまたは、異常判定部23の判定動作を開始するタイミングを、ブラシレスDCモータ4の起動後から例えば1分後に設定する、即ちブラシレスDCモータ4の起動後1分間は動作させない様な構成とすれば、起動時の電流増大区間を異常と検出するといった誤検出も防止出来る。

## 【0129】

以上の様に本実施の形態によるブラシレスDCモータの駆動装置は、永久磁石を有する回転子4aと三相巻線を有する固定子4bからなるブラシレスDCモータ4と、前記三相巻線に電力を供給するインバータ3と、前記回転子4aの回転位置を検出する位置検出部6と、前記インバータの出力電流を検出する電流検出部22と、前記電流検出部により検出された電流に異常の有無を判定する異常判定部と、前記ブラシレスDCモータを停止する保護停止部16と、低速では前期位置検出部6の出力により矩形波または正弦波、或いはそれに準じる波形を所定周波数で出力して前記インバータを駆動する第1波形発生部7と、高速ではデューティを一定として所定周波数のみを変化させる周波数設定部9と、矩形波または正弦波、或いはそれに準じる波形を前記周波数設定部9で決められた所定周波数で出力する第2波形発生部11と、低速では前記第1波形発生部7の出力を、高速では前記第2波形発生部9の出力をそれぞれ選択する切替判定部12とを有しているので、第1波形発生部7での駆動時でも第2波形発生部11での駆動時でも、ブラシレスDCモータがロック等による異常停止の状態が発生した場合、すぐにインバータ回路3の出力を停止する事が出来るのでブラシレスDCモータ4のロック状態による固定子巻線の焼損等のモータ故障を防止する事ができる。

## 【0130】

また第2波形発生部11での駆動時では、ブラシレスDCモータ4の速度に対して印加電圧が大きく誘起電圧に対して電流位相が遅れる遅れ制御の状態や、速度に対して負荷が大きすぎるため誘起電圧に対し電流位相が進みすぎモータの限界速度に近い進みすぎ制御となっている場合、切替判定部12で一旦、第1波形発生部7を選択して駆動し、再度第2波形発生部11を選択し駆動する時、上限周波数設定部14にて、上限周波数を前記第1波形発生部7により出力する最大周波数をもとに決定し、周波数制限部9により上限周

波数以上の周波数の出力を禁止することで、運転状況に応じた最大周波数を設定することができ、安定した最大限の高速運転が可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0131】

本発明のブラシレスDCモータの駆動装置は、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、高速においては安定した高速性を確保でき尚且つ電流波形も正弦波に近づくので実効電流に対するピーク電流を抑えることが出来るので、特に冷蔵庫やエアコンなどの圧縮機を駆動する用途に適している。

【図面の簡単な説明】

【0132】

【図1】 本発明の実施の形態1によるブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図

【図2】 本発明の実施の形態1における低速時のインバータ駆動のタイミング図

【図3】 本発明の実施の形態1における低速時の通電角と効率との関係を示す特性図

【図4】 本発明の実施の形態1における高速時のインバータ駆動のタイミング図

【図5】 本発明の実施の形態1における回転数＝デューティ特性図

【図6】 本発明の実施の形態1における低速時のインバータ駆動信号と出力信号、位置検知回路出力信号及び、位置検知のタイミング図

【図7】 本発明の実施の形態1における高速時のインバータ駆動信号と出力信号、位置検知回路出力信号及び、位置検知のタイミング図

【図8】 本発明の実施の形態1における異常停止時のインバータV相駆動信号と出力信号、位置検知回路出力信号、電流、位置検知のタイミング図

【図9】 本発明の実施の形態1によるブラシレスDCモータの回転子の構造図

【図10】 本発明の実施の形態2によるブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図

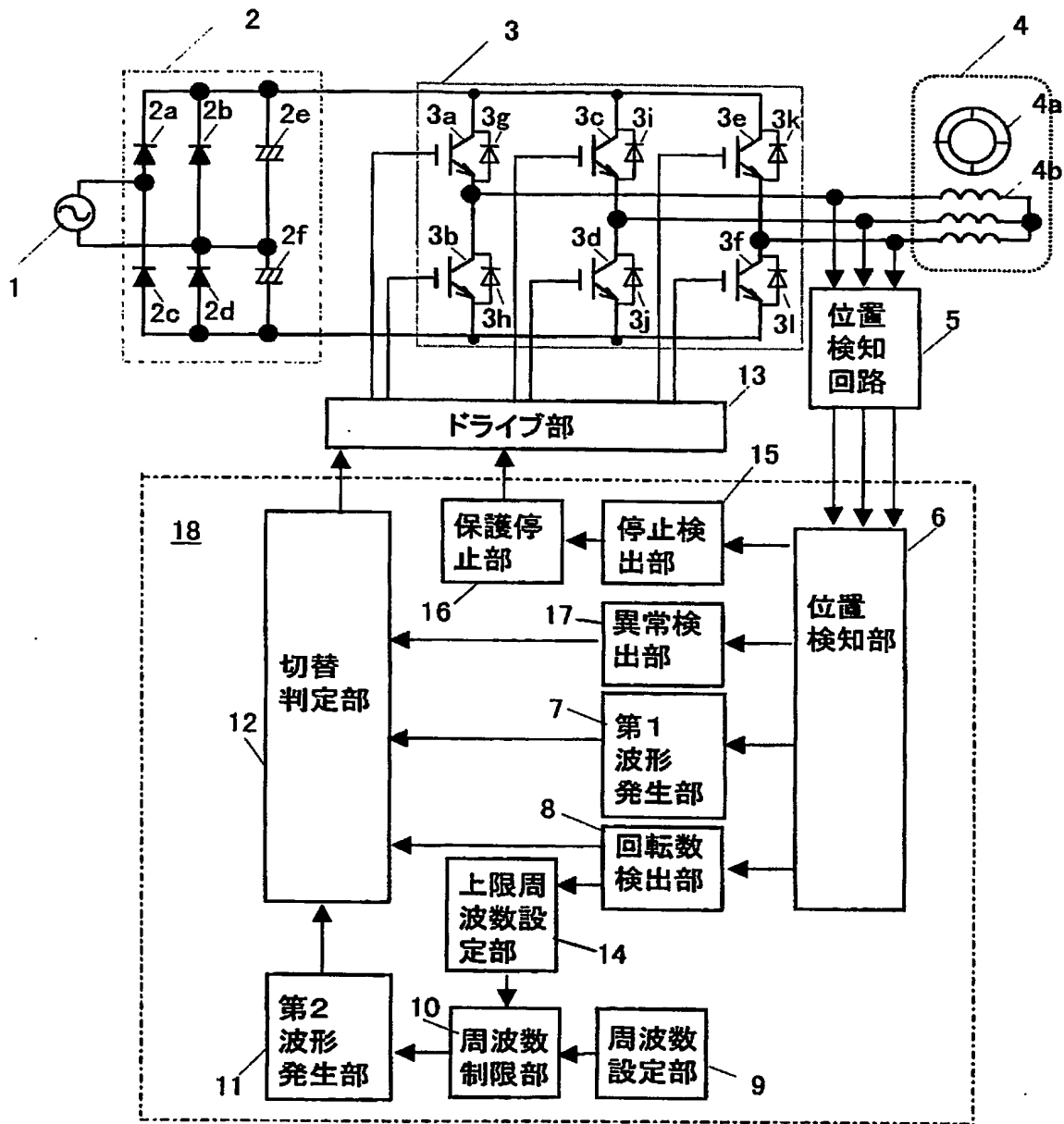
【図11】 従来のブラシレスDCモータの駆動装置のブロック図

【符号の説明】

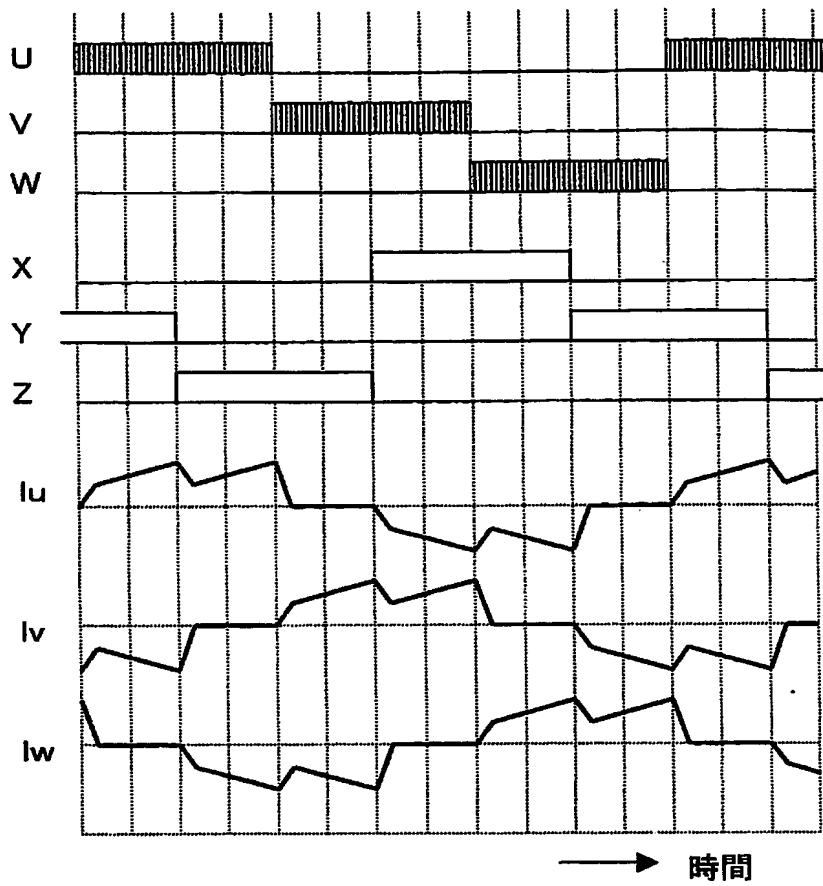
【0133】

- 3     インバータ
- 4     ブラシレスDCモータ
- 6     位置検知部
- 7     第1波形発生部
- 8     回転数検出部
- 9     周波数設定部
- 10    周波数制限部
- 11    第2波形発生部
- 12    切替判定部
- 13    ドライブ部
- 14    上限周波数設定部
- 15    停止検出部
- 16    保護停止部
- 17    異常検出部
- 19    回転子コア
- 20 a, 20 b, 20 c, 20 d    マグネット
- 22    電流検出部
- 23    異常判定部

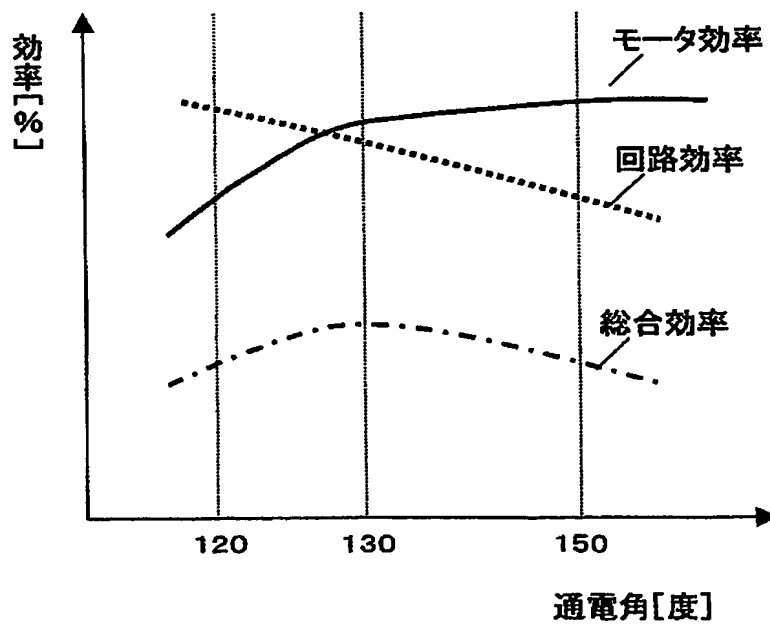
【書類名】 図面  
【図 1】



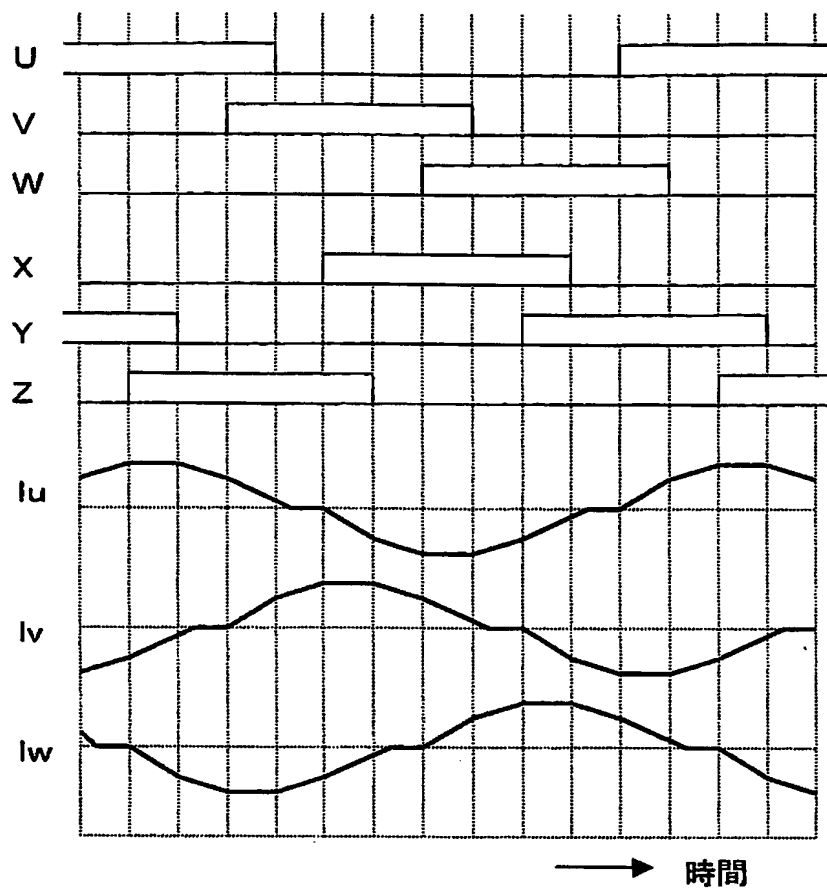
【図 2】



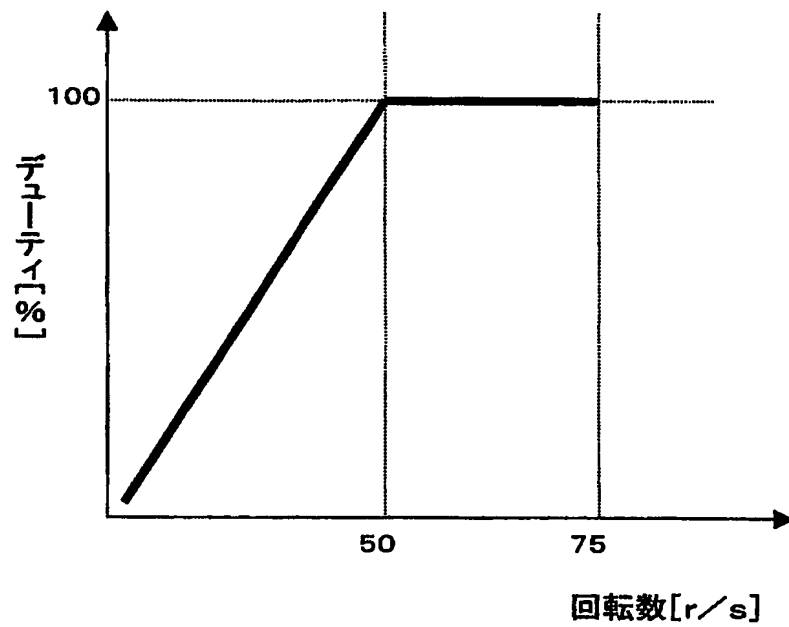
【図 3】



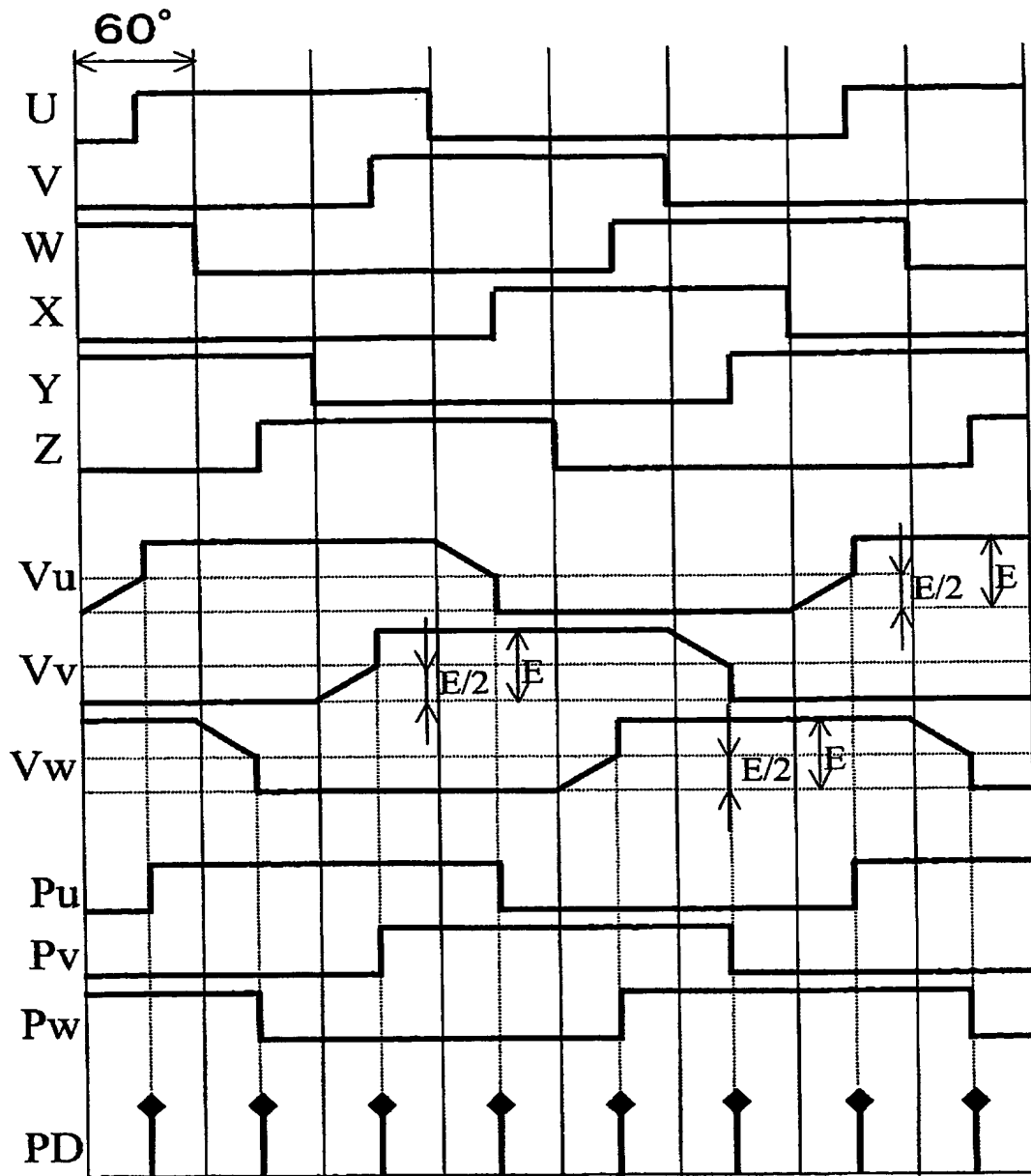
【図 4】



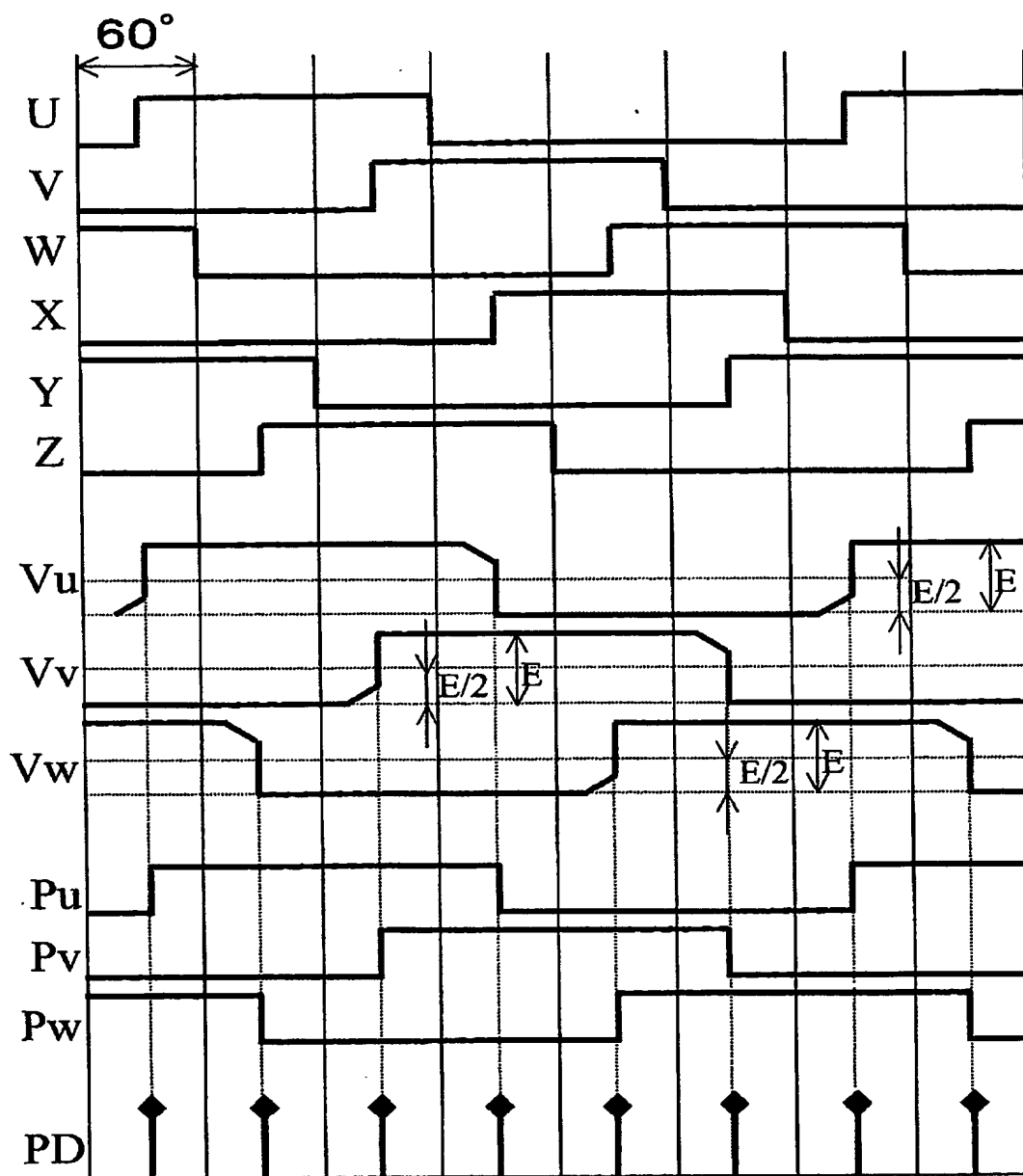
【図 5】



【図 6】

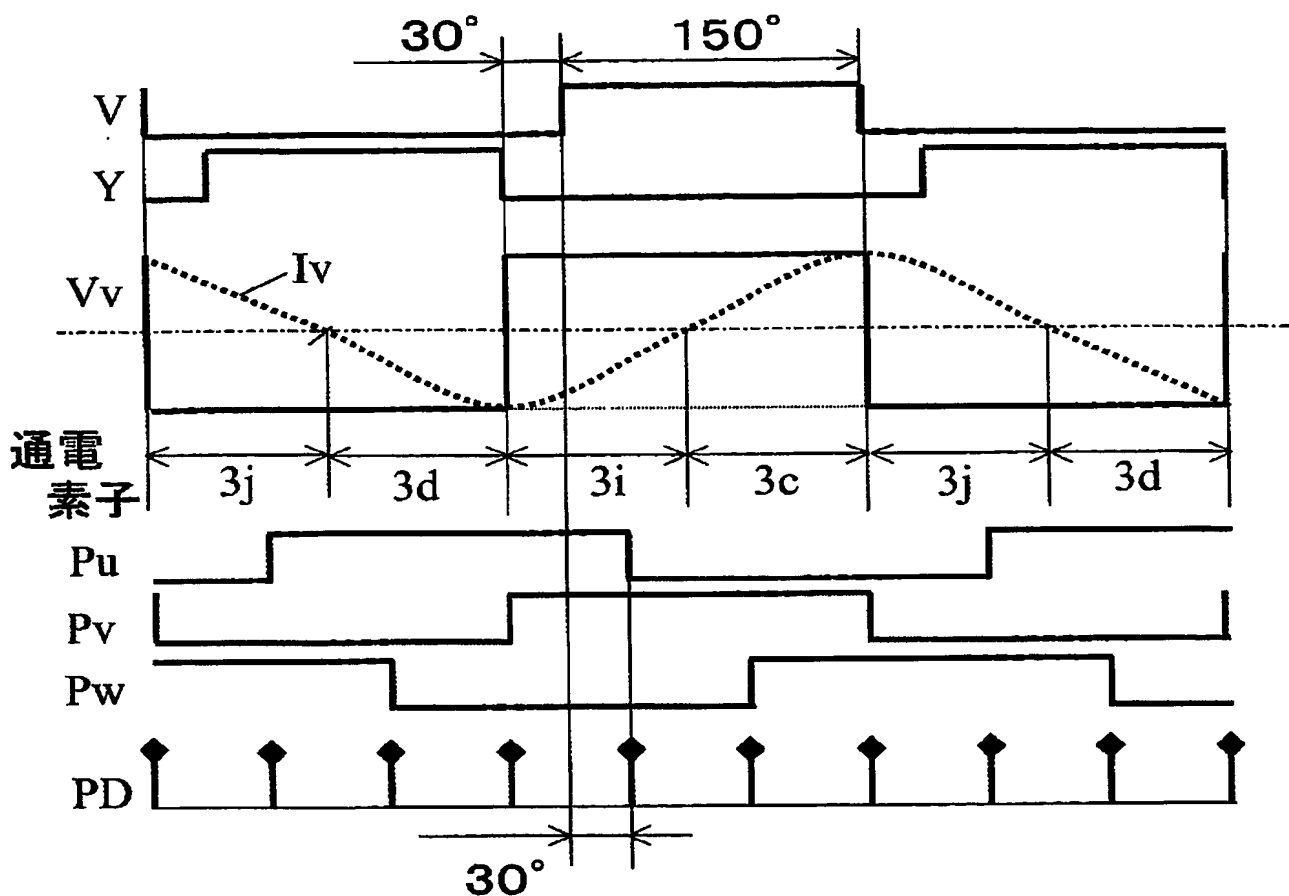


【図 7】

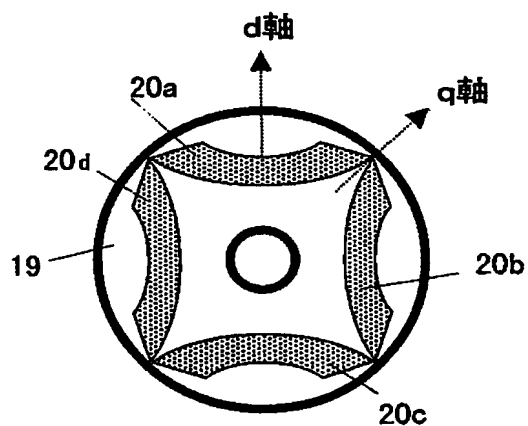




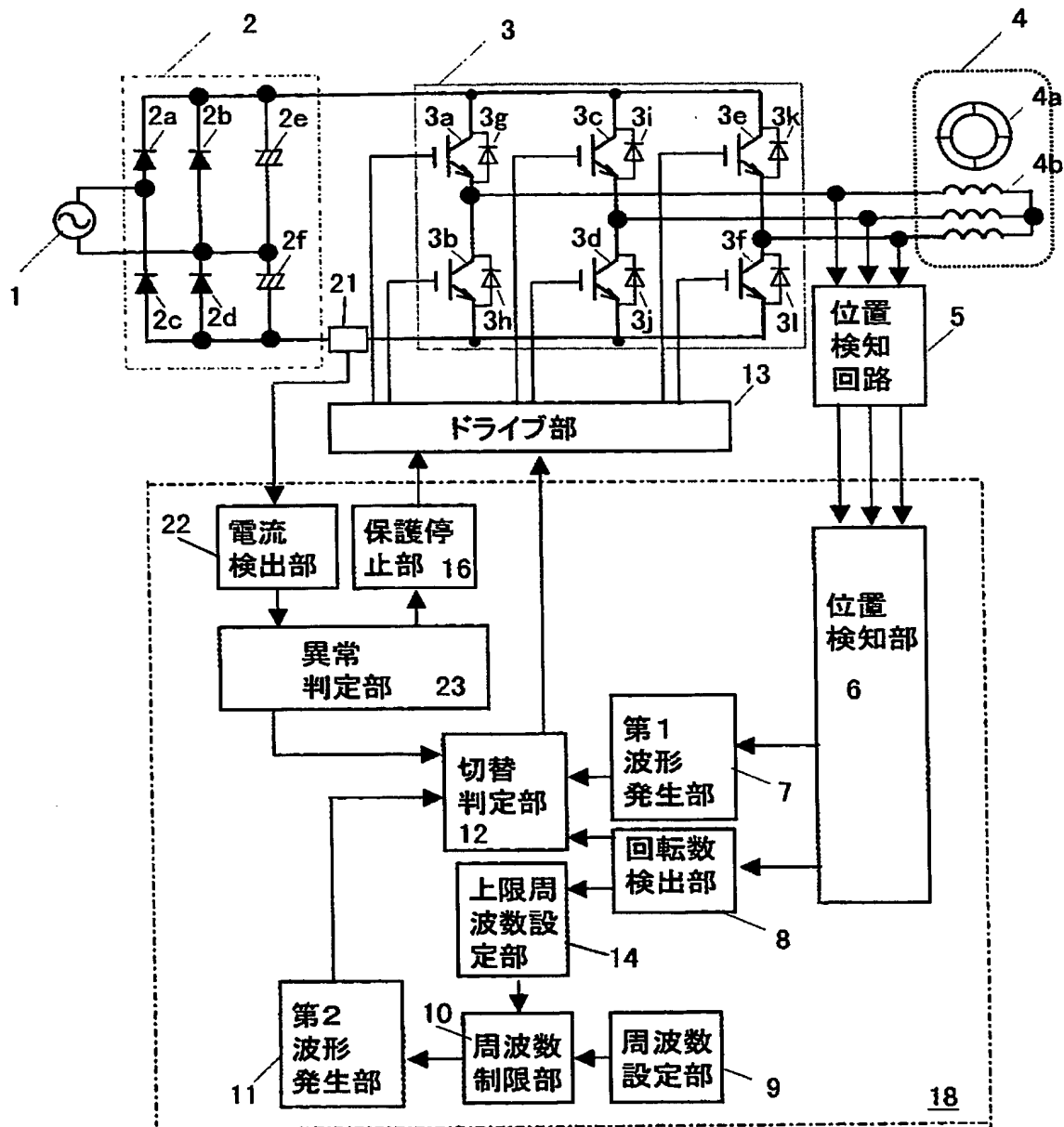
【図 8】



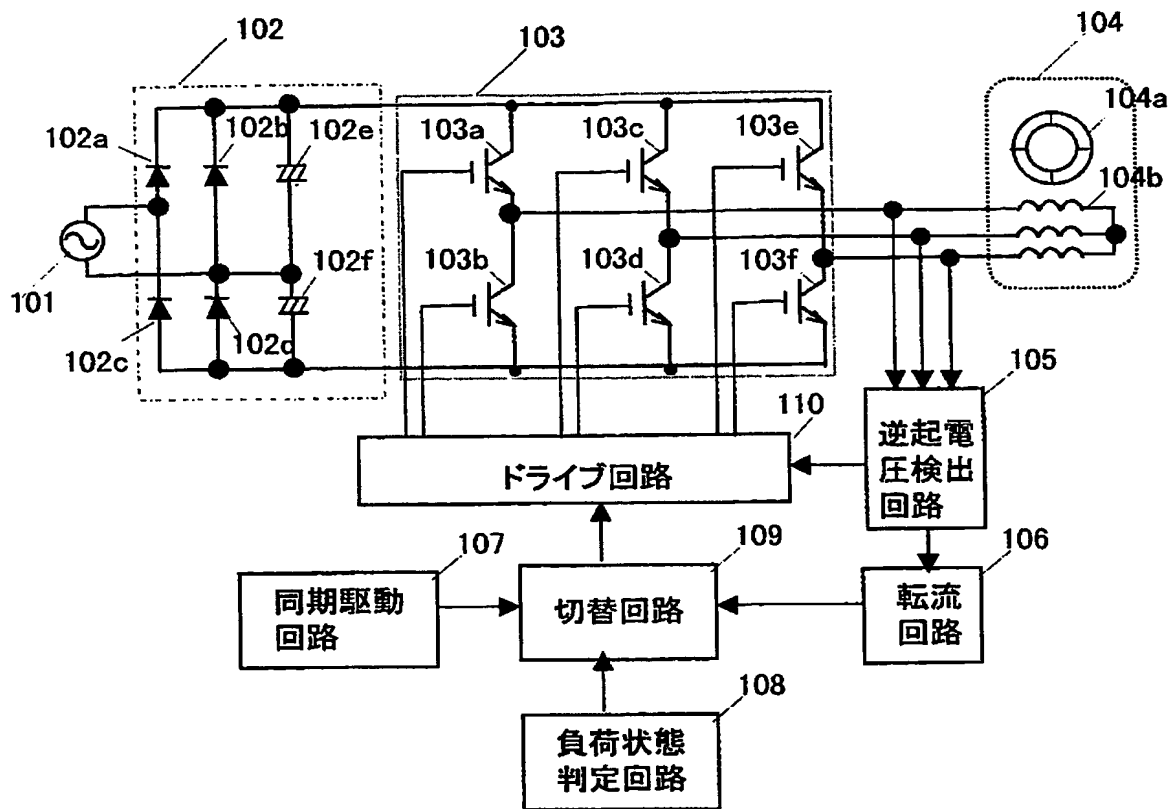
【図 9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低速におけるモータ効率を高くしながら、高速回転も可能なブラシレス D C モータの駆動装置を提供する。

【解決手段】 低速では通電角が 1 2 0 度以上 1 5 0 度以下の矩形波またはそれに準じる第 1 波形発生部 7 からの波形を切替判定部 1 2 が選択し、高速では通電角が 1 3 0 度以上 1 8 0 度未満の矩形波・正弦波またはそれに準じるデューティが一定の第 2 波形発生部 1 1 からの波形を切替判定部 1 2 が選択するので、低速においては高効率・低騒音な運転を実現するとともに、安定した高速性を確保でき、モータ駆動の異常及び異常による停止の検出が出来るようになり、且つ電流波形も正弦波に近づく為、実効電流に対するピーク電流を抑えることが出来る。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 1 7 8 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社